

SKRIPSI

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI DI PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG LABORATORIUM RISET (GMP DAN GLP) BIOSAINS
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**



Disusun Oleh :

**MIFTAHUR ROHMAN
(12.21.072)**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2016**

SKRIPSI
ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI DI PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG LABORATORIUM RISET (GMP DAN GLP) BIOSAINS
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG



Disusun Oleh :

MIFTAHUR ROHMAN

(12.21.072)

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2016

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI DI PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG LABORATORIUM RISET (GMP DAN GLP) BIOSAINS
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata satu (S-1)
Pada hari : Rabu
Tanggal : 10 Agustus 2016
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh:

MIFTAHUR ROHMAN

NIM : 12.21.072

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang I

Ir. A. Agus Santosa, MT

Sekretaris

Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji:

Dosen Penguji I

Ir. Edi Hargono D. P, MT

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Sutanto Hidayat, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA PRODUKTIFITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI DI PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG LABORATORIUM RISET (GMP DAN GLP) BIOSAINS
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

*Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

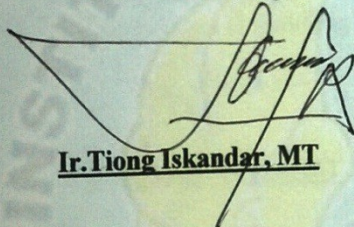
Disusun Oleh:

MIFTAHUR ROHMAN

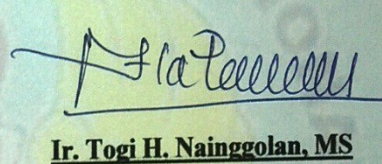
NIM : 12.21.072

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I


Ir. Tiong Iskandar, MT

Dosen Pembimbing II


Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Mengetahui:


**Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang
Ir. A. Agus Santosa, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miftahur Rohman
NIM : 12.21.072
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

*ANALISA PRODUKTIFITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
TANAH DAN PONDASI DI PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
LABORATORIUM RISET (GMP DAN GLP) BIOSAINS UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG*

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya dari karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Agustus 2016
Yang Membuat Pernyataan

(Miftahur Rohman)

ABSTRAK

Miftahur Rohman, 2016. “Analisa Produktifitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Dan Pondasi Di Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset (Gmp Dan Glp) Biosains Universitas Brawijaya Malang”. Dosen Pembimbing I : Ir.Tiong Iskandar, MT. ; Pembimbing II : Ir. Togi H. Nainggolan, MS.

Dalam penggunaan alat berat sangat berpengaruh pada suatu pekerjaan pembangunan proyek, dalam hal ini manajemen alat berat sangat penting dilakukan dalam sebuah proyek bangunan. Maka diperlukan perhitungan secara matang dan cermat supaya tidak ada kendala dalam proses pembangunan proyek bangunan tersebut. Apabila ada kesalahan dalam perhitungan alat berat, maka akan terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan, biaya proyek membengkak dan hasil tidak sesuai rencana.

Pada tugas akhir ini akan ditinjau pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi. Untuk volum pekerjaan tanah sebesar 1112,96 m³ untuk galian dan 342,92 m³ untuk timbunan. dalam perhitungan alat berat menggunakan metode analisa produktifitas.

Dari analisa perhitungan didapatkan Exavator = 27,847 m³/jam, Bulldozer = 14,373 m³/jam, Dump Truck = 14,696 m³/jam, Bore Machine = 21,179 m³/jam, Mixer Truck = 3,99 m³/jam. Dengan total waktu pekerjaan 35 hari. Serta total biaya penggunaan alat berat sebesar Rp. 152.906.344,- (Seratus Lima Puluh Dua juta sembilan ratus enam ribu tiga ratus empat puluh empat rupiah).

Kata Kunci : Produktifitas, Alat berat.

DAFTAR GAMBAR

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB II LANDASAN TEORI

❑ Gambar 2.1 Alat Berat Excavator	16
❑ Gambar 2.2 Alat Berat Dump Truck.....	19
❑ Gambar 2.3 Alat Berat Dozerr	21
❑ Gambar 2.4 Alat Berat Bore Machine	24
❑ Gambar 2.5 Alat Berat Micer Truck	27

BAB III METODEDEOLOGI PENELITIAN

❑ Gambar 3.1 Bagan Alir.....	37
------------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Lembar Keaslian	iii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Batasan Masalah	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Studi Terdahulu	5
2.2 Sifat-Sifat Tanah Dasar	8
2.3 Pekerjaan Tanah	11
2.3.1 Pekerjaan Galian.....	11

2.3.2 Pekerjaan Timbunan	12
2.4 Pekerjaan Pondasi	13
2.5 Jenis-Jenis Alat Berat	14
2.5.1 Galian Biasa.....	15
2.5.2 Timbunan Biasa.....	18
2.5.3 Pekerjaan Pengeboran.....	23
2.5.4 Pekerjaan Pengecoran.....	25
2.6 Efisiensi Kerja.....	27
2.7 Jumlah Kebutuhan Peralatan	27
2.8 Perhitungan Rincian Anggaran Biaya Alat Berat.....	28
2.9 Time Schedule	30
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Objek Studi	31
3.2 Time Schedule Proyek.....	32
3.2 Pengumpulan Data.....	33
3.4 Analisa Data	35
3.5 Diagram Alir.....	39
BAB IV ANALISA PENGGUNAAN ALAT-ALAT BERAT	40
4.1 Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan	40
4.2 Perhitungan Produktifitas Dari Masing-Masing Alat Berat	41
4.2.1 Pekerjaan Tanah Galian dan Timbunan.....	41
4.2.2 Pekerjaan Pondasi	47
4.2 Analisa Jumlah Kebutuhan Alat Berat	50

4.3	Analisa Waktu Efektif Masing-Masing Alat Berat	52
4.4	Analisa Biaya Sewa Total Tiap Alat Berat.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

❑ Tabel 2.1 Studi Terdahulu.....	5
❑ Tabel 2.2 Swelling Factor	9
❑ Tabel 2.3 Faktor Konversi Untuk Volum Tanah/material	9
❑ Tabel 2.4 Faktor Bucket.....	18
❑ Tabel 2.5 Faktor Angsuran Modal	31

BAB III METODEDEOLOGI PENELITIAN

❑ Tabel 3.2 Time Schedule	33
---------------------------------	----

BAB IV ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT

❑ Tabel 4.1Pekerjaan Galian dan Timbunan	42
--	----

DAFTAR PUSTAKA

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Adapun tujuan dari Laporan Proposal Skripsi ini adalah untuk digunakan sebagai persyaratan dalam menempuh Skripsi di Program Studi Teknik Sipil.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu tak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan FTSP bapak **Ir. H. Sudirman Indra, MSc.**
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil bapak **Ir. A. Agus Santosa, MT.**
3. Dosen pembimbing Laporan Proposal Skripsi bapak **Ir. Tiong Iskandar, MT.** dan **Ir. Togi H. Nainggolan, MS.**
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan support baik moril maupun materil
5. Teman – teman angkata 2012, dan kakak tingkat yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini.

Dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa dalam Laporan Proposal Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan, akhir kata semoga Laporan Proposal Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Mei 2016

Penyusun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sangat pesat dalam sektor jasa pembangunan konstruksi mempunyai peranan yang penting dan strategis dalam pembangunan nasional yang penuh persaingan yang kompetitif seperti saat ini sangatlah menuntut ketepatan, keefektifan, efisien dan ekonomis.

.Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang memiliki beberapa pekerjaan yang membutuhkan alat berat. Untuk membangun gedung tersebut, sebelumnya diadakan perencanaan produktivitas penggunaan alat berat. Pekerjaan perhitungan ini untuk mengetahui berapa alat yang akan dipakai dan berapa biaya yang perlu dikeluarkan dalam waktu pekerjaan yang ditentukan untuk proyek tersebut.

Dan untuk mendukung suatu perhitungan produksi pekerjaan alat berat, tentu tidak lepas dari pekerjaan tanah. Karena pekerjaan tanah sendiri digunakan untuk dapat mengetahui dimana lokasi galian dan timbunan serta lokasi dari pekerjaan pondasi, kondisi tanah yang akan dilakukan pekerjaan, jarak angkut material (Quari lokasi) yang dikerjakan.

Dengan melihat kondisi pekerjaan pada perhitungan ini diharapkan pemakaian alat akan lebih efisien dan akurat sesuai dengan keperluan selain itu diharap juga agar tidak ada pemakaian alat yang mubajir atau bahan bakar yang terbuang sia-sia akibat ada suatu alat yang menganggur karna menunggu antrian.

Sebab alat berat dapat dikatakan produktif apabila dapat bekerja secara terus menerus sesuai dengan pekerjaan masing-masing alat tersebut tanpa mengalami permasalahan. Maka dari itu kita harus menganalisa produktifitas dari masing-masing alat berat tersebut, sehingga dapat mengetahui jumlah produksi masing-masing alat berat yang digunakan dan berapa biayanya. Dengan itu juga kita bisa mengetahui alat tersebut bisa dikatakan efisien dengan waktu yang telah ditentukan

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam penggunaan alat berat sangat berpengaruh pada suatu pekerjaan pembangunan proyek. Melihat begitu pentingnya manajemen alat berat, maka perlu dihitung secara matang dan cermat supaya tidak ada kendala dalam proses pembangunan tersebut. Perhitungan tersebut meliputi:

1. Produksi alat berat
2. Waktu pekerjaan alat berat sesuai dengan jadwal proyek
3. Biaya pada alat berat agar tidak mengalami pembengkakan biaya serta keterlambatan waktu.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian identifikasi masalah diatas, maka penulis dapat membuat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kapasitas produksi masing-masing alat berat?
2. Berapa waktu total yang dibutuhkan alat berat ?
3. Berapa biaya masing-masing dan biaya total dari alat berat dalam penyelesaian proyek tersebut?

1.4 Tujuan

Dari permasalahan yang ada di atas, adapun tujuan dari penulis yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kapasitas dari produksi masing-masing alat berat.
2. Mengetahui berapa waktu total dari pekerjaan alat berat.
3. Mengetahui biaya masing-masing alat berat dan biaya total yang dibutuhkan alat berat tersebut

1.5 Manfaat

Secara umum hasil dari penulisan ini dapat memberi masukan kepada pelaksana proyek yang bersangkutan agar mengetahui produktivitas alat berat terhadap efektifitas dan produktivitas alat berat pada pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset (Gmp dan Glp) Biosains Universitas Brawijaya Malang

Bagi penulis tugas ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang bagaimana cara menganalisa penggunaan alat berat ditinjau dari segi efektifitas waktu.

1.6 Batasan Masalah

Manajemen konstruksi mempunyai ruang lingkup yang sangat luas, karena mencakup tahapan kegiatan mulai sejak awal pelaksanaan sampai akhir pelaksanaan. Untuk menghindari pelebaran masalah yang dibahas, maka penulis membahas pada masalah-masalah :

1. Studi ini mengambil pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang.
2. Hanya alat berat yang dipakai dalam proses pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang
3. Alat berat yang dipakai dalam proyek Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang meliputi :
 - a. Pekerjaan Tanah meliputi : *Exavator dan Dump Truck, Bulldozer dan Dump Truck*
 - b. Pekerjaan Pondasi meliputi : *Bore Machine dan Mixer Truck*
4. Jenis tanah yang digunakan merupakan tanah biasa.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian mengenai produktivitas alat berat. beberapa penelitian terdahulu dalam penelitian ini akan dijadikan sebagai bahan acuan agar penulis dapat memperoleh informasi mengenai topik pembahasan yang akan dilakukan.

Tabel 2.1 Studi Terdahulu.

No	Penulis	Judul	Pembahasan	Relevansi
1	Novi Dewi Setiawati. 2013	Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone Iv Di Cilegon	Penelitian ini merupakan metode perhitungan produksi kapasitas alat berat secara aktual. Analisis yang dilakukan yaitu perhitungan produktivitas masing-masing alat berat yang digunakan, dengan menentukan waktu siklus alat, penentuan factor koreksi alat, perhitungan produksi persiklus, produksi perjam, produksi perhari, besarnya harga sewa alat perjam, besarnya biaya dan waktu yang dibutuhkan selama alat bekerja, menentukan harga satuan pekerjaan dan	Analisis yang digunakan yakni menggunakan metode perhitungan produktivitas dari masing-masing alat berat. Baik dari segi produksi, waktu, serta pada perhitungan biaya

No	Penulis	Judul	Pembahasan	Relevansi
			<p>penentuan komposisi alat berat yang tepat. Besarnya produktivitas alat berat dengan biaya dan waktu paling efektif dan efisien menggunakan komposisi alat alternatif ke-3 yaitu 8 unit excavator 609,6384 m³/jam, 5 unit bulldozer 571,2079 m³/jam, 5 unit vibration roller 469,665 m³/jam, 22 unit dump truck 612,1302 m³/jam, 1 unit motor grader 987,84 m²/jam dan 5 unit wheel loader 446,135 m³/jam dengan biaya total Rp.37.547.895.680 dan total waktu pelaksanaan 1760 jam atau 220 hari .</p>	
2	Stefi Priescha Tauro Jermias Tjakra, Grace Y. Malingkas. 2013	<p>ANALISIS BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH (Studi Kasus Perencanaan Bandar Udara Lokasi Desa Pusungi Kec. Ampana Tete Kab. Tojo Una-una, Sulawesi Tengah)</p>	<p>Pada penelitian ini, dilakukan analisis biaya dengan metode SNI (standar Nasional Indonesia) dan analisis harga satuan di lapangan. Kedua metode tersebut kemudian diperbandingkan untuk mendapatkan hasil anggaran biaya yang lebih efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan harga satuan peralatan, upah kerja, dan pekerjaan untuk mendapatkan selisih (%) harga satuannya.</p>	<p>Untuk analisis biaya digunakan metode yang sama, yakni perbandingan harga SNI dan harga satuan lapangan.</p>

No	Penulis	Judul	Pembahasan	Relevansi
			<p>Dari hasil perhitungan didapatkan selisih dan presentase harga satuan yang berbeda untuk masing-masing metode. Hasil perhitungan metode SNI lebih besar dibandingkan dengan hasil perhitungan Harga Satuan Jadi di lapangan, yaitu untuk Pekerjaan Perpanjangan Runway Sub Pekerjaan Clearing, Stripping, dan Grubbing (Rp 12.448,13) 5,985%, Pekerjaan Terminal VVIP Sub Pekerjaan Clearing, Stripping, dan Grubbing (Rp 12.879,81) 6,393%, Pekerjaan Parkir Terminal Sub Pekerjaan Clearing, Stripping, dan Grubbing (Rp 12.250,21) 5,947%, Pekerjaan Terminal VVIP Sub Pekerjaan Galian Tanah Konstruksi (Rp 58.130,54) 8,354%, dan Pekerjaan Terminal VVIP Sub Pekerjaan Galian, Pemadatan, dan Pembuangan (Rp 59.679,00) 7,953%.</p>	

Dari hasil analisis kedua studi terdahulu tersebut, bahwa ada kesamaan metode dalam perhitungan produktifitas, waktu dan biaya alat berat. Untuk itu metode analisa yang dipakai oleh kedua studi terdahulu dapat dijadikan bahan pertimbangan serta refrensi untuk penyusunan tugas akhir ini.

2.2 Sifat-Sifat Tanah Dasar

Sehubungan dengan penggunaan alat berat, tanah yang dikerjakan akan mengalami perubahan dalam volum maupun kemampatannya. Oleh karena perubahan-perubahan ini, maka dalam menyatakan volumenya perlu dinyatakan dalam kondisi tanah yang dimaksud.

Keadaan tanah yang dapat mempengaruhi volum tanah yang dijumpai dalam usaha pemindahan tanah mekanis (Andi Tenrisukki Tenriajeng. *Pemindahan Tanah Mekanis* .2003:2), adalah sebagai berikut :

a. Keadaan asli (*Bank Condition*)

Keadaan asli adalah keadaan tanah sebelum dilakukan pengerjaan atau masih sesuai dengan ukuran alam, digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan.

b. Keadaan Gembur (*Lose Condition*)

Keadaan Gembur adalah keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan, misalnya tanah yang terdapat didepan dozer blade, diatas dump truck, didalam bucket dan sebagainya.

c. Keadaan padat (*Compact*)

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun dan diadakan pemadatan. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin akan lebih besar atau lebih kecil dari volume dalam keadaan aslinya tergantung dari usaha pemadatannya.

Sebagai gambaran mengenai faktor kembang untuk jenis tanah sapat dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 2.2 Swelling Factor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5-10
Tanah Permukaan (topi soil)	10-25
Tanah Biasa	20-45
Lempung	30-60
Batu	50-60

(Andi Tenrisukki Tenriajeng.2003:3)

Sedangkan tabel berikut ini diberikan faktor konversi untuk beberapa jenis tanah dalam keadaan bank condition, lose condition dan compact.

Tabel 2.3 Faktor Konversi Untuk Volum Tanah/Material

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Conversion Ratio		
		Asli	Lepas	Padat
Sand (Pasir)	Asli	1,00	1,11	0,95
	Lepas	0,90	1,00	0,86
	Padat	1,05	1,17	1,00
Soil	Asli	1,00	1,25	0,90
	Lepas	0,80	1,00	0,72
	Padat	1,11	1,39	1,00
Clay (Tanah Liat)	Asli	1,00	1,43	0,90
	Lepas	0,70	1,00	0,63
	Padat	1,11	1,59	1,00
Clay and Gravel	Asli	1,11	1,18	1,08
	Lepas	0,85	1,00	0,91
	Padat	0,93	1,09	1,00
Gravel (kerikil)	Asli	1,00	1,13	1,03
	Lepas	0,88	1,00	0,91
	Padat	0,97	1,10	1,00

(Andi Tenrisukki Tenriajeng.2003:4)

Selain keadaan diatas, perlu diketahui factor tanah yang dapat mempengaruhi alat berat, antara lain :

1. Berat material

Berat material adalah berat tanah dalam keadaan asli atau pada suatu volume tertentu (ton/m^3). Berat material ini akan berpengaruh terhadap volum yang diangkut/di dorong dengan tarik.

2. Kekerasan

Tanah yang lebih keras akan lebih sukar di kerjakn oleh alat, sehingga kekerasan tanah ini berpengaruh terhadap produktifitas alat.

3. Daya ikat / Koneksivitas

Merupakan kemampuan untuk saling mengikat di antara butir tanah itu sendiri, sifat ini berpengaruh terhadap alat, misalnya pengaruh terhadap spiilange / faktor luber.

4. Bentuk

Bentuk merupakan material yang dimaksud yakni didasarkan pada ukuran butir kecil akan terdapat rongga yang berukuran kecil pula, demikian pada tanah ukuran butir besar akan terdapat rongga yang berukuran besar pula.

2.3 Pekerjaan Tanah

2.3.1 Pekerjaan Galian

Pekerjaan ini umumnya diperlukan untuk pembuatan saluran air dan selokan, untuk formasi galian atau pondasi pipa, gorong-gorong, pembuangan atau struktur lainnya, untuk pembuangan bahan yang tak terpakai dan tanah humus, untuk pekerjaan stabilisasi lereng dan pembuangan bahan longsor, untuk galian bahan konstruksi dan pembuangan sisa bahan galian, untuk pengupasan dan pembuangan bahan perkerasan beraspal pada perkerasan lama, dan umumnya untuk pembentukan profil dan penampang badan jalan. Pekerjaan galian dapat berupa :

1. Galian Biasa

Galian biasa mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasikan sebagai galian batu, galian struktur, galian sumber bahan dan galian perkerasan aspal.

2. Galian Batu

Galian batu mencakup galian bongkahan batu dengan volum 1 meter kubik atau lebih dan seluruh batu maupun bahan lainnya yang menurut Direksi Pekerjaan adalah tidak perlu menggali tanpa penggunaan alat pemboran, dan peledakan.

3. Galian struktur

Galian struktur mencakup galian pada segala jenis tanah. Setiap galian yang diidentifikasi sebagai galian biasa atau galian batu tidak dapat dimasukkan dalam galian struktur. Pekerjaan galian struktur mencakup : penimbunan kembali dengan bahan, pembuangan bahan galian yang tidak terpakai, semua keperluan drainase, pemompaan penimbunan, penurapan, penyokong, pembuatan tempat kerja beserta pembongkarannya.

4. Galian Pemasangan Aspal

Galian pemasangan aspal mencakup, galian pemasangan lama dan pembuangan bahan bahan pemasangan beraspal maupun tanpa *Cold Milling Machine* (mesin pengupas perkerasan beraspal tanpa pemanasan)

2.3.2 Pekerjaan Timbunan

Timbunan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu timbunan biasa, timbunan pilihan dan timbunan pilihan di atas tanah rawa. Timbunan pilihan akan digunakan sebagai lapis penopang (*capping layer*) untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar, juga digunakan di daerah saluran air dan lokasi serupa dimana bahan yang plastis sulit dipadatkan dengan baik. Timbunan pilihan dapat juga digunakan untuk stabilisasi lereng atau pekerjaan pelebaran timbunan jika diperlukan lereng yang lebih curam karena keterbatasan ruangan, dan untuk pekerjaan timbunan lainnya dimana kekuatan timbunan adalah faktor yang kritis. Timbunan pilihan di atas tanah

rawa akan digunakan untuk melintasi daerah yang rendah dan selalu tergenang oleh air.

Material-material timbunan yang digunakan terdiri dari :

- a) Material timbunan tanah dari hasil galian dengan mutu baik
- b) Material timbunan tanah akan memenuhi bagian peninggian tanggul/ tebing yang longsor, tidak tembus air, dan kuantitas hendaknya memenuhi batasan sebagai berikut :

- Material tidak mengandung zat-zat organik (mudah larut)
- Material yang digunakan harus dapat bertahan lama.

2.4 Pekerjaan Pondasi

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur bangunan (sub-structure) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur bangunan (upper-structure) ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah, dan penurunan (settlement) tanah/ Pondasi yang berlebihan

Karena kekuatan dari sub-struktur ini tergantung pada karakteristik tanah pendukung dan pengaruh dari super-struktur, maka struktur pondasi dan lapisan tanah harus diperhitungkan sebagai satu kesatuan.

Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan Bangunan terhadap berat sendiri, beban - beban bangunan, gaya-gaya luar

seperti : tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan. Agar Kegagalan fungsi pondasi dapat dihindari, maka pondasi Bangunan harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras, padat, dan kuat mendukung beban bangunan tanpa menimbulkan penurunan yang berlebihan.

Adapun beberapa pekerjaan pondasi yang membutuhkan alat berat :

1. Pekerjaan pengeboran pondasi
2. Pekerjaan peletakan tulangan kedalam pondasi
3. Pekerjaan pengecoran pondasi

2.5 Jenis-Jenis Alat Berat

Jenis-jenis alat berat yang di maksud dalam tugas akhir ini yakni alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah yang meliputi pekerjaan galian, timbunan, dan pekerjaan pondasi meliputi pengeboran dan pengecoran pondasi. pengambilan bahan timbunan dari quari dan pembuangan hasil galian serta pengeboran letak pondasi dan proses pengecoran pondasinya. Sesuai dengan batasan masalah alat berat yang dibahas sebagai berikut :

- Pekerjaan Tanah : *Excavator, Dump Truck dan Dozer*
- Pekerjaan Pondasi : *Bore Machine dan Mixer Truck*

2.5.1 Galian Biasa

a. Excavator (*backhoe*)



(Gambar 2.1 *Backhoe*)

Backhoe merupakan bagian dari excavator (alat Penggali) dengan system penggali tarik (*pull shovel*). Backhoe terdiri atas tiga bagian yakni :

- a. Bagian atas atau revolving unit (bisa berputar)
- b. Bagian bawah , travel unit/ undercarriage (untuk berjalan)
- c. Bagian attachment yang dapat diganti terdiri atas boom, stick dan bucket.

Dalam melakukan pekerjaan, backhoe dipakai untuk penggalian yang letaknya lebih rendah dari kedudukan backhoe itu sendiri. Keuntungan yang diperoleh dalam pemakaian backhoe adalah tingkat ketelitian sangat tinggi dan bisa dipakai sebagai alat pemuat bagi truk – truk.

Perhitungan waktu siklus dari excavator tergantung dari ukuran alat itu sendiri, semakin besar alat waktu siklus semakin tinggi, semakin kecil alat dia akan semakin lincah juga tergantung medan kerja. Kondisi medan

kerja baik, excavator akan mempunyai siklus lebih cepat dibandingkan dengan kondisi yang berat.

Untuk waktu siklus terdiri dari 4 gerakan dasar :

- Excavating time (*digging time*)
- Swing time (*loaded*)
- Dumping
- Swing time (*empty*)

Rumus untuk menghitung kapasitas produksi per jam dari excavator adalah sebagai berikut (*Djoko Wilopo, 2009: 46*) :

$$KP = \frac{Kb \times 3600 \times FK}{Ct} (m^3/jam)$$

Keterangan :

KP = Kapasitas produksi per jam (m^3 / jam)

Ct = Cycle Time (det)

FK = Faktor Koreksi, terdiri dari :

- efesiensi alat
- efesiensi waktu
- efesiensi kerja
- keterampilan operator
- bucket factor

Tabel 2.4 Faktor Bucket

Klasifikasi	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	Gali dan muat material dan stocke pile, atau material yang sudah digusur dengan alat lain sehingga tidak diperlukan tenaga menggali yang besar dan bucket dapat penuh. Misal : tanah pasir kering, tanah gembur	1,0 – 0,8
Sedang	Gali dan muat stock pile yang memerlukan tekanan yang cukup, kapasitas bucket kurang dapat menunjang. Misalnya : batu-batuan, lempung keras, kerikil berpasir, lumpur	0,8 – 0,6
Agak Sulit	Sulit mengisi bucket pada jenis material yang akan digali. Misalkan : batu-batuan, lempung keras, kerikil berpasir, lumpur	0,6 – 0,5
Sulit	Menggali pada batu-batuan yang tidak beraturan bentuknya. Misalnya : batu pecah dengan gradasi jelek	0,5 – 0,4

b. Alat Bantu

adapun alat untuk membantu pekerjaan galian biasa adalah sekop dan keranjang.

2.5.2 Timbunan Biasa

a. Dump Truck



(Gambar 2.2 *Dump Truck*)

Dump Truck dapat juga digunakan untuk mengatasi pekerjaan pada konstruksi, terutama yang berhubungan dengan masalah pemindahan tanah yang relatif besar dan jarak angkut yang jauh, maka yang paling cocok adalah dump truck.

Untuk taksiran produksi alat per jam dari dump truck dapat dihitung dengan rumus (Andi Tenrisukki Tenriaajeng.2003: 95):

$$Tp = \frac{Cx FK x 60}{(n x ct) + \frac{J}{v1} + \frac{J}{v2} + t1 + t2} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Keterangan :

TP = Taksiran Produksi per jam (m³/jam)

C = Kapasitas Bucket (m^3)

FK = Faktor Koreksi, dipengaruhi oleh:

- Machine availability
- Skill operator
- Efisiensi waktu

CT = Cycle Time per rit dari dump truck

n = jumlah rit permuatan/loading truck

ct = cycle time per rit shovel

J = Jarak angkut dump truck

$V1$ = Kecepatan angkut (Km / jam)

$V2$ = Kecepatan kembali (Km / jam)

$t1$ = waktu dumping

$t2$ = waktu atur posisi muat

b. Dozer



(Gambar 2.3 Dozer)

Bulldozer merupakan traktor yang dipasangkan pisau atau blade di bagian depannya. Pisau itu berfungsi untuk mendorong, atau memotong material.

Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan dozer atau bulldozer adalah :

1. Mengupas top soil dan pembersihan lahan dari pepohonan.
2. Pembukaan jalan baru.
3. Memindahan material pada jarak pendek sampai dengan 100 m.
4. Membantu mengisi material pada scraper.
5. Menyebarkan material.
6. Mengisi kembali saluran.
7. Membersihkan quarry.

Ada beberapa macam jenis pisau yang dipasangkan pada dozer. Pemilihan jenisnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan.

Jenis pisau yang umum dipakai adalah :

1. Straight blade (*S-blade*). S-blade biasanya digunakan untuk pekerjaan pengupasan dan penimbunan tanah. Blade jenis ini dapat bekerja pada tanah keras.
2. Angle blade (*A-blade*). A-blade mempunyai lebar yang lebih besar 0.3 sampai 0.6 m daripada S-blade. Blade jenis ini digunakan untuk menyingkirkan material ke sisinya, penggalian saluran, dan pembukaan lahan.
3. Universal blade (*U-blade*). U-blade juga lebih lebar daripada Sblade. U-blade dipakai untuk reklamasi lahan. Blade jenis ini mempunyai kemampuan untuk mengangkut material dalam jumlah besar pada jarak tempuh yang relatif jauh. Umumnya material yang ditangani adalah material yang ringan seperti tanah lepas.
4. Cushion blade (*C-blade*). C-blade umumnya dipasang pada traktor yang besar yang digunakan untuk mendorong scraper. Blade jenis ini lebih pendek daripada S-blade.

Pemasangan blade mempengaruhi gerakannya yang bervariasi tergantung dari kebutuhan pekerjaan. Gerakan blade terdiri dari tilt, pitch, dan angle.

Teknik Pengoperasian dozer ada dua teknik yang sering digunakan, yaitu side by side dozing dan slot dozing. Pada teknik

side by side dozing, dua dozer bekerja bersama secara berdampingan. Sementara itu, pada teknik slot dozing dibuat semacam penghalang di sisi pisau, yang berfungsi untuk menghindari adanya spillage dari dozer. Penggunaan teknik ini dapat meningkatkan produktivitas.

Untuk menghitung kapasitas produksi dozer dapat menggunakan rumus sebagai berikut (*Djoko Wilopo, 2009 :40*):

$$KP = \frac{Kb \times FK \times 60}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} (m^3/jam)$$

Keterangan :

Kp = Kapasitas produksi (m³/jam)

KB = Kapasitas Blade (m³)

FK = Faktor Koreksi

Z = waktu tetap untuk pindah tranmisi (menit)

J = Jarak kerja (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

2.5.3 Pekerjaan Pondasi

a) Bore Machine



(Gambar 2.4 Bore Machine)

Bore machine bore machine merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan digunakan untuk proses pengeboran pondasi bored pile perpaduan antara crane dengan alat bor. Disebut bore karena memiliki fungsi sebagai alat bor pada pondasi bored pile. Fungsi utama dari bore machine adalah membuat tiang bor atau pondasi bore pile dan melakukan proses pengecoran pondasi sehingga tertutup kembali. Bore machine merupakan peralatan alat berat yang digerakkan mesin atau motor.

Namun secara umum bore machine memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

1. Excavator
2. Crane

3. Mesin bor Soilmec mekanik

4. Auger

5. Casing

6. Mata bor jenis Auger

7. Alat bantu.

Menghitung Produktivitas alat berat bore machine. Rumus yang dipakai untuk menghitung Produktifitas sebagai berikut :

$$\text{Produksi} = \frac{VT}{Ct} \times E$$

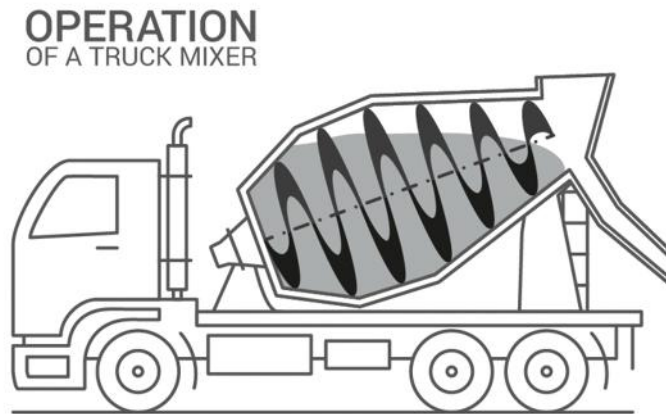
Keterangan :

VT = Volum Tanah

Ct = Waktu Pekerjaan

E = Efisiensi Alat

b) Mixer Truck



(Gambar 2.5 Mixer Truck)

Truk mixer atau biasa juga disebut dengan truk molen memiliki beragam jenis dengan fungsi sama, yaitu mengangkut beton dari pabrik semen ke lokasi konstruksi sambil menjaga konsistensi beton agar tetap cair dan tidak mengeras dalam perjalanan. Truk jenis ini adalah Alat transportasi khusus untuk beton cor curah siap pakai (Ready mix concrete) yang dirancang untuk mengangkut campuran beton curah siap pakai (Ready mix concrete) dari Batching Plant (Pabrik Olahan Beton) ke lokasi pengecoran.

Truk Mixer Pengangkut Beton Cor atau Truk Molen umumnya tidak melakukan perjalanan lebih dari 2 jam. Banyak kontraktor mengharuskan Truk mixer berada di lokasi pengecoran dalam waktu 90 menit setelah pemuatan Material yang dimaksudkan untuk menghindari beton cor di dalam truk mengeras. Mayoritas Truk Mixer Pengangkut Beton Cor atau

Truk Molen mempunyai kecepatan jalan terbatas, yaitu antara 56 mil per jam (90 km / h).

Produktivitas mixer truck adalah volume truk mixer dibagi dengan waktu pompa efektif atau ditulis dalam perumusan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{TS}$$

Keterangan :

Q = Produksi mixer truck

V = kapasitas mixer truck

Fa = Faktor Alat berat

Ts = waktu total

2.6 Efisiensi Kerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktifitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektifitas alat tersebut tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator pemakai alat
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat
3. Topografi dan volume pekerjaan
4. Kondisi cuaca
5. Metode pelaksanaan alat

2.7 Jumlah Kebutuhan Peralatan

Dalam dokumen tender selalu ditetapkan jangka waktu penyelesaian pekerjaan dalam suatu hari kalender. Oleh karena itu maka peralatan yang digunakan harus dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dengan terlebih dahulu menetapkan hari efektif, sehingga target penyelesaian per satu-satuan waktu dapat diketahui. Dengan begitu jumlah unit peralatan per kegiatan dapat dirumuskan sebagai berikut (Anonim,2001;37)

$$n = \frac{V}{W_{ex} S_x Q} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.8 Perhitungan Rincian Anggaran Biaya Alat Berat

Dalam perhitungan rincian anggaran biaya alat berat meliputi :

1. Perhitungan Waktu Pemakaian alat

Untuk menghitung jam kerja alat (menghitung berapa hari kalender) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Hasil Volume (m}^3\text{)}}{\text{produksi alat per jam (} \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \text{) x waktu jam kerja perhari (} \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \text{)}}$$

2. Perhitungan Biaya Operasional Alat

Biaya pengoperasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Biaya pengoperasian alat berat meliputi biaya bahan bakar, pelumas, perbaikan, dan biaya workshop. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat.

Biaya operasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan pengoperasian alat, cara perhitungan biaya-biaya tersebut sebagai berikut :

a. Biaya bahan bakar (H₁)

$$H_1 = (0,125 - 0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times H_p \times \text{harga bahan bakar}$$

b. Biaya Pelumas (H₂)

$$H_2 = (0,01 - 0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times H_p \times \text{harga minyak pelumas}$$

c. Biaya Perawatan dan Perbaikan (H_3)

$$H_3 = \frac{(12,5\% + 17,5\%) \times B'}{W'}$$

d. Operator (OP1) = (1 orang / jam) x U1

e. Pembantu operator (OP2) = (1 orang / jam) x U2

Dimana, Hp = Kapasitas

U1 = Upah Operator / Driver

U2 = Upah helper / pembantu operator

Jadi biaya operasi perjam adalah = $H_1 + H_2 + H_3 + OP1 + OP2$

Sehingga total biaya alat perjam adalah

$$E + H_1 + H_2 + H_3 + OP1 + OP2$$

(Dasar Perhitungan Engineer's (EE) & Owner's Estimate (OE)

Untuk Pekerjaan Penanganan Jalan, 2007, “ Panduan Analisa Harga Satuan”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta).

2.9 Time Schedule

Time Schedule adalah suatu pembagian waktu yang terperinci yang disiapkan untuk masing – masing pekerjaan, mulai dari pekerjaan permulaan hingga pekerjaan akhir. Cara penyusunan time schedule adalah sebagai berikut :

- Daftar bagian pekerjaan adalah daftar ini berisi pekerjaan pokok yang ada dari pembanguna yang akan di laksanakan , termasuk perincian jenis – jenis pekerjaan dari masing – masing pekerjaan
- Urutan pekerjaan adalah dari daftar bagian pekerjaan pokok yang di susun sesuai urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan penentuan / pemilihan dari bagian pekerjaan yang dapat dilaksanakan kemudian. Dalam hal ini tidak mengesampingkan kemungkinan adanya pekerjaan yang di laksanakan secara bersamaan.
- Waktu pelaksanaan pekerjaan adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh pekerjaan yang di hitung dari permulaan pekerjaan sampai dengan seluruh pekerjaan selesai.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Studi.

Penulisan skripsi ini mengambil objek studi di Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset (GMP dan GLP) Biosains Universitas Brawijaya Malang

❖ Dv ata Umum Proyek

- Pekerjaan : Pembangunan Laboratorium Riset
(GMP dan GLP) Biosains
Universitas Brawijaya Malang
- Lokasi : Kampus Universitas Brawijaya
Puncak Dieng-Ds. Kalisongo
Kabupaten Malang
- Konsultan Pengawas : CV. PROYEKSI
- Konsultan Pelaksana : PT. MODERNA TEKNIK PERKASA
- Konsultan Perencana : PATRON Architects, Engineers &
Consultan
- Periode Pelaksanaan : 150 Hari Kalender
- Tinggi Gedung : 5 Lantai
- Sumber Dana : DIPA BLU Universitas Brawijaya

3.2 Time Schedule Proyek

Tabel 3.2 TIME SCHEDULE WAKTU KERJA ALAT BERAT PADA PROYEK

[illegible]

3.2 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan penulis menggunakan metode sebagai berikut :

- Studi Pustaka

Yaitu kepustakaan yang berkaitan dengan permasalahan untuk memperoleh penjelasan serta mendapatkan teori-teori yang melandasi pembahasan skripsi ini.

- Tinjauan Lapangan

Yaitu mengadakan peninjauan ke lapangan, dengan mengamati langsung kejadian yang ada di lapangan, dan sekaligus untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk pembahasan skripsi ini, yaitu diantara lain :

1. Data Pekerjaan Tanah

- Volume Galian : 1112,96 m³
- Volume Timbunan : 342,92 m³

2. Data pekerjaan pondasi

Pengeboran sedalam 7 m dan berdiamet 45

3. Data peralatan yang digunakan

- ✓ Excavator : berfungsi untuk penggalian
- ✓ Dump truck : berfungsi sebagai pengangkut material
- ✓ Dozer : berfungsi untuk membuka lahan dan meratakan tanah

- ✓ Bore machine : berfungsi untuk proses pengeboran pondasi bore pile
- ✓ Mixer truck : berfungsi untuk mencampur dan mengaduk bahan material yang akan digunakan untuk proses pengecoran

4. Data spesifikasi alat berat

Ketersediaan Alat Berat

Jenis Alat Berat	Kapasitas/Type	Jumlah
Excavator	0,7 m ³	1
Dump Truck	3 m ³	4
Bulldozer	Komatsu D85 A	1
Bore Machine	Metro Pile	1
Mixer truck	5 m ³	5

3.3 Analisa Data

Analisis data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data primer maupun data skunder, akan dianalisa dengan menggunakan Metode Analisa Produktifitas, yaitu dengan menghitung dan untuk mencari produktifitas alat berat yang digunakan, untuk mengetahui ketetapan waktu yang ada dalam suatu proyek apakah sudah sesuai dengan jadwal yang direncanakan atau terjadi keteledoran. Adapun metode analisa yang digunakan sebagai berikut :

1. Melakukan analisa produksi alat berat
 - a) Produksi Excavator
 1. Menghitung produksi excavator per jam
 2. Menghitung koefisien alat
 - b) Produksi Dump Truck
 1. Menghitung produksi dump truck per jam
 2. Menghitung koefisien alat
 - c) Produksi Dozer
 1. Menghitung produksi dozer per jam
 2. Menghitung koefisien alat
 - d) Produksi Bore Machine
 1. Menghitung produksi bore machine per jam
 2. Menghitung koefisien alat

e) Produksi Mixer Truck

1. Menghitung produksi Mixer Truck per jam
2. Menghitung koefisien alat
2. Perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan masing-masing alat berat.

Dalam pekerjaan suatu proyek perhitungan waktu sangatlah dibutuhkan karena pekerjaan ini harus diselesaikan sesuai dengan waktu kontrak yang ada. Untuk itu akan dilakukan analisa alat berat yang akan digunakan dalam pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi sehingga mendapatkan waktu yang lebih cepat dan efisien berdasarkan data yang didapat.

3. Perhitungan biaya untuk masing-masing kombinasi alat berat

Perhitungan biaya sewa alat berat sangat berpengaruh, karena dengan mengetahui biaya sewa alat kita dapat menentukan alat berat apa saja yang akan dipakai dan bisa dikombinasikan menjadi alternatif pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi.

Biaya alat berat dapat dibagi dalam dua kategori :

1. Biaya kepemilikan Alat
2. Biaya Pengoprasian Alat

Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat (ownership cost) dan pada saat alat berat dioperasikan maka akan ada biaya pengoprasian (operation cost)

Perhitungan didasarkan pada ilmu ekonomi rekayasa.

Dari pengolahan data diatas dapat diasumsi sebagai berikut :

1. Penggunaan alat berat

Didasarkan pada kejelasan tentang :

- Jenis kegiatan (akan mentukan jenis alat berat dan perlengkapannya)
- Jenis material (akan menentukan model/type alat berat)
- Jumlah dan ukuran alat berat, dengan mempertimbangkan :
 - a. Produksi alat berat yang menguntungkan sesuai dengan keadaan material,dan jarak pemindahan
 - b. Harga satuan pekerjaan yang terkecil dari kombinasi alat berat.
 - c. Jumlah alat berat yang minimum dan tepat dari alat berat.

Hal-hal lain yang perlu dipertimbangkan :

- a. Pemilihan dari alat berat yang telah dimiliki.
- b. Pemilihan dari alat berat yang ada di pasaran atau perlu pemesanan khusus
- c. Tersedianya suku cadang dari alat berat yang telah dipilih

2. Jumlah alat yang dipakai

Setelah di analisa produktifitas alat berat akan di dapat koefesien dan jumlah yang dipakai dalam pekerjaan galian dan timbunan

3. Perhitungan biaya sewa alat berat

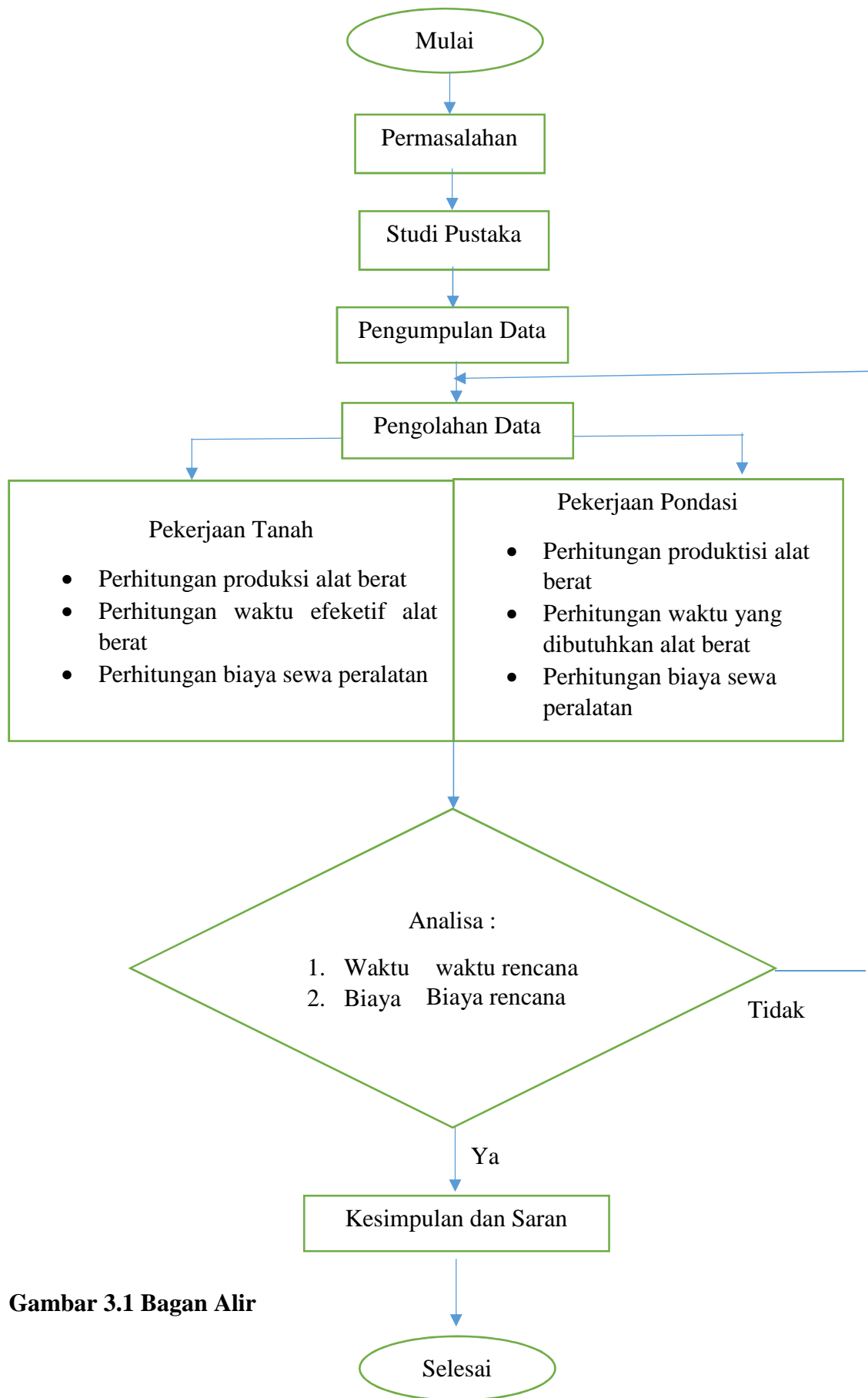
Di sini akan di bahas biaya yang dibutuhkan ketika alat/unit sedang bekerja agar alat tersebut dapat beroperasi.

Adapun yang termasuk biaya oprasi adalah sebagai berikut :

- a. fuel (Bahan bakar)
- b. Lube Oil (pelumas)
- c. Grase (sesuai dengan pemakaian)
- d. Filter,etc (sesuai dengan masa pemakaian)
- e. Tire/undercarriage (dihitung terhadap umur ban atau undercarriage)
- f. Repair (biaya spare part dan labour cost-nya)
- g. Operator wages (upah operator)

Secara garis besar pengolahan data dapat dilihat pada diagram alir.

(Gambar 3.1)



Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB IV

ANALISA PENGGUNAAN ALAT-ALAT BERAT

4.1 Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam membuat perhitungan kapasitas alat berat, adapun langkah dalam menyelesaikan adalah dengan menghitung secara teoritis serta dengan melihat kondisi dari pekerjaan tersebut.

Untuk menunjang dalam proses analisa, berikut merupakan pekerjaan yang akan dilakukan dalam membuat perhitungan kapasitas alat berat pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang, dimana pekerjaan yang dilaksanakan meliputi :

1. Pekerjaan Galian Tanah
2. Pekerjaan Timbunan tanah
3. Pekerjaan Pengeboran
4. Pekerjaan Pengecoran

Dalam merencanakan suatu proyek yang menggunakan alat-alat berat, suatu hal yang amat penting adalah bagaimana menghitung kapasitas produksi dari masing-masing alat berat.

4.2 Perhitungan Produktifitas Dari Masing-Masing Alat Berat

4.2.1 Pekerjaan Tanah Galian dan Timbunan

(Tabel 4.1 Pekerjaan Tanah Galian dan Timbunan)

Area	Galian	Timbunan
PC 1	53,2	23,2
PC 2	70,9	33,6
PC 3	243,5	86,88
PC 4	418,5	107,92
PC 5	59,21	23,25
PC 6	13,95	2,75
PSW1	200,5	42,45
TB	53,2	22,87
Jumlah	1112,96	342,92

Perhitungan pekerjaan galian dan timbunan pada pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang dapat dilihat dari tabel diatas, maka didapat volume tanah yang harus dipindahkan sebesar :

Volum tanah yang dipindahkan

= volume galian – volume timbunan

$$= 1112,96 \text{ m}^3 - 342,92 \text{ m}^3$$

$$= 770,04 \text{ m}^3$$

a) Perhitungan Produksi Exavator 0,6 m³

Kapasitas <i>bucket</i> (q^1)	= 0,6 m ³
Efisiensi kerja (FK)	= 0,81
Faktor <i>bucket</i> (k)	= 0,8
Waktu gali	= 16 detik
Waktu buang	= 5 detik
Waktu putar	= 5 detik

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned}Ct &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \\&= 16 + (5 \times 2) + 5 \\&= 26 \text{ detik}\end{aligned}$$

Produksi per siklus

$$\begin{aligned}Kb &= q^1 \times K \\&= 0,6 \times 0,8 \\&= 0,48 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan Jop Faktor exavator

Nilai koefisien dari job untuk alat exavator, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691
- Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715
- Faktor material (FK_m) = 1,00

d. Faktor manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$FK = FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M$$

$$= 0,691 \times 0,715 \times 1,00 \times 0,85$$

$$= 0,419 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas Exavator per jam (m^3/jam)

$$KP = \frac{K_b \times 3600 \times FK}{C_t} (\text{m}^3/\text{jam})$$

$$K_p = \frac{0,48 \times 3600 \times 0,419}{26}$$

$$= 27,847 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b) Perhitungan Produksi Dump Truck 4 m³

Kapasitas bak dump truck = 4 m³

Efisiensi kerja = 0,8

Jarak angkut = 100 m

Kecepatan bermuatan (V1) = 20 km/jam = 333 m/menit

Kecepatan kosong (V2) = 30 km/jam = 500 m/menit

Waktu buang (t1) = 0,5 menit

Waktu tunggu dan tunda (t2) = 1,0 menit

Waktu siklus pemuat (Ct) = 30 detik = 0,5 menit

Jumlah siklus

$$\begin{aligned}n &= C^1/q^1 \times K \\&= \frac{4}{1,00} \times 0,8 \\&= 3,2\end{aligned}$$

Produksi persiklus

$$C = n \times q^1 \times K = 3,2 \times 1,00 \times 0,80 = 2,56 \text{ m}^3$$

Perhitungan job fator dump truck

Nilai koefisien dari job untuk alat dump truck, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691
- b. Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715
- c. Faktor material (FK_m) = 0,80
- d. Faktor manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$\begin{aligned}FK &= FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M \\&= 0,691 \times 0,715 \times 0,80 \times 0,85 \\&= 0,354 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Perhitungan produksi dump truck

$$\begin{aligned} T_p &= \frac{C \times F \times K \times 60}{(n \times ct) + \frac{J}{v_1} + \frac{J}{v_2} + t_1 + t_2} \text{ (m}^3/\text{jam)} \\ &= \frac{2,56 \times 0,354 \times 60}{(3,4 \times 0,5) + \frac{100}{333} + \frac{100}{500} + 0,5 + 0,1} \\ &= 14,696 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi produksi dari 1 unit Dump Truck = 14,696 m³/jam

c) Perhitungan Produksi Bulldozer/Dozer

Lebar blade (L)	= 2,88 meter
Tinggi blade (H)	= 0,79 meter
Faktor blade (a)	= 0,80
Jarak kerja (J)	= 30 meter
Kecepatan maju (F)	= 30 km/jam
Kecepatan mundur (R)	= 40 km/jam
Waktu ganti persenelling (Z)	= 1,0

Produksi per siklus

$$\begin{aligned} \text{Produksi (Kb)} &= L \times H^2 \times a \\ &= 2,88 \times 0,79^2 \times 0,80 \\ &= 1,438 \end{aligned}$$

Perhitungan Job Factor Bulldozer :

Nilai koefisien dari job untuk alat dump truck, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan cuaca dan operator (FKco) = 0,691
- b. Faktor gabungan alat dan medan (FKam) = 0,715
- c. Faktor material (FKm) = 0,85
- d. Faktor manajemen (FKM) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \text{FKco} \times \text{FKam} \times \text{FKm} \times \text{FKM} \\ &= 0,691 \times 0,715 \times 0,85 \times 0,85 \\ &= 0,357 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan produksi bulldozer per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned} \text{KP} &= \frac{\text{Kb} \times \text{FK} \times 60}{\frac{1}{F} + \frac{1}{R} + Z} (\text{m}^3/\text{jam}) \\ &= \frac{1,438 \times 0,357 \times 60}{\frac{30}{30} + \frac{30}{40} + 1} \\ &= 14,373 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.2 Pekerjaan Pondasi

a. Bore Machine

Type bore	= BAUER BG 30
Diameter	= 2,5 m
Light	= 40 meter
Jumlah titik bore	= 261 titik
Kedalaman titik bore	= 7 m
Efisiensi alat (E)	= 0,83
Pengeboran dengan mata bore Auger (Ct)	= 30 menit

Perhitungan Jop Faktor exavator

Nilai koefisien dari job untuk alat exavator, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691
- b. Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715
- c. Faktor material (FK_m) = 1,00
- d. Faktor manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$\begin{aligned} FK &= FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M \\ &= 0,691 \times 0,715 \times 1,00 \times 0,85 \\ &= 0,419 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produktivitas Bore Machine

Volum tanah = jumlah titik bor x kedalaman pondasi

$$= 261 \times 7$$

$$= 1827 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi} = \frac{V \times FK}{Ct \times waktu \text{ kerja}} \times E$$

$$= \frac{1827 \times 0,419}{30} \times 0,83$$

$$= 21,179 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Mixer Truck

Merk dan model alat = Nissan Diesel CWB 250 LMN

Jam kerja perhari = 8 jam

Kapasitas (HP) = 330

Kapasitas Mixer (V) = 5 m³ (spesifikasi alat)

Waktu pengisian (T1)

Waktu tempuh (T2)

Waktu penumpahan (T3)

Waktu kembali (T4)

Waktu tunggu (T5)

Waktu siklus (TS) = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 (menit)

Effisiensi kerja (E) = 0,83

$$T1 = \frac{V \times 60}{Q1}$$

$$= \frac{5 \times 60}{18}$$

$$= 16,66 \text{ menit}$$

$$T2 = \frac{L \times 60}{VF} = \frac{10,5 \text{ km} \times 60}{30}$$

$$= 21 \text{ menit}$$

$$\text{Dimana } L \text{ (jarak tempuh)} = 10,5 \text{ km}$$

$$VF \text{ (kecepatan tempuh)} = 30 \text{ km}$$

$$T3 = \text{Waktu penumpahan } 4 \text{ menit (asumsi lapangan)}$$

$$T4 = \frac{L \times 60}{VR} = \frac{10,5 \times 60}{40}$$

$$= 15,75 \text{ menit}$$

$$\text{Dimana } VR \text{ (waktu kembali)} = 40 \text{ km/jam}$$

$$T5 = \text{waktu menunggu } 5 \text{ menit (asumsi)}$$

$$TS = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$= 16,66 + 21 + 4 + 15,75 + 5$$

$$= 62,41 \text{ menit}$$

$$\text{Kapasitas Produksi perjam (Q)}$$

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{TS}$$

$$= \frac{5 \times 0,83 \times 60}{62,41} = 3,99 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.3 Analisa Jumlah Kebutuhan Alat berat

- **Jumlah kebutuhan exavator**

Jumlah kebutuhan (n) exavator untuk menggali tanah, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex} S_x Q} = \frac{1112,96}{39 \times 8 \times 27,847} = 0,238 = 1 \text{ unit}$$

- **Jumlah kebutuhan Dump Truck**

Perbandingan volum exavator 0,6 m³ dan Dump Truck 4 m³ :

$$R = \frac{27,847}{14,696} = 1,89$$

Jumlah kebutuhan dump truck 4 m³ adalah :

$$\text{Jumlah dump truck} = R \times n = 1,89 \times 1 = 1,89 \sim 2 \text{ unit}$$

- **Jumlah kebutuhan Bulldozer**

Jumlah kebutuhan (n) exavator untuk meratakan tanah, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex} S_x Q} = \frac{342,92}{39 \times 8 \times 14,373} = 0,142 = 1 \text{ unit}$$

- **Jumlah kebutuhan Bore Machine**

Jumlah kebutuhan (n) Bore Machine untuk pengeboran tanah, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex} S_x Q} = \frac{1827}{39 \times 8 \times 21,179} = 0,513 = 1 \text{ unit}$$

- **Jumlah kebutuhan Mixer Truck**

Jumlah kebutuhan (n) mixer truck untuk pengecoran pondasi, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex} S_{xQ}} = \frac{1827}{39 \times 8 \times 3,99} = 2,725 = 3 \text{ unit}$$

Perbandingan Jumlah Kebutuhan Alat Berat dari proyek dan dari hasil analisa

- **Alat berat yang dipakai di proyek**

No	Alat Berat	Jumlah
1	Exavator	1
2	Dump truck 3 m ³	4
3	Bulldozer	1
4	Bore Machine	1
5	Mixer truck 3 m ³	5

- **Alat berat hasil analisa**

No	Alat Berat	Jumlah
1	Exavator	1
2	Dump truck 4 m ³	2
3	Bulldozer	1
4	Bore Machine	1
5	Mixer truck 5 m ³	3

Dengan pertimbangan jumlah kebutuhan dan kapasitas produksi dari alat berat. Maka alat berat dari hasil analisa yang lebih efektif dan efisien, sebab dari tingkat kebutuhan lebih sedikit dengan produksi yang semakin besar untuk penghematan waktu kerja.

4.4 Analisa Waktu Efektif Masing-Masing Alat Berat

1. Pekerjaan Tanah

- Exavator

Perhitungan waktu pekerjaan galian

Volume galian = 1112,96 m³ (asli)

Konversi tanah = asli ke lepas

$$= 1112,96 \times 1,00 = 1112,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jumlah alat yang bekerja = 1 unit

Produksi alat per/jam = 27,847 m³/jam

Jam kerja per/hari = 8 jam

$$\text{Waktu Pekerjaan} = \frac{1112,96}{27,847}$$

= jam

$$= 39,967 : 8$$

$$= 4,995 \text{ hari} \sim 5 \text{ hari}$$

Jadi waktu 1 unit Excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian tanah di lokasi proyek waktu yang dibutuhkan adalah = 4,995 hari
= 5 hari.

- Dump Truck

Perhitungan waktu Dump Truck untuk membuang tanah galian dari lokasi keluar proyek

Volume galian = 1112,96 m³ (asli)

Konversi tanah = asli ke lepas

$$= 1112,96 \times 1,00 = 1112,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang bekerja = 2 unit Dump Truck

Produksi alat per/jam = 14,696 x 2 = 29,392m³/jam

Jam kerja per/hari = 8 jam

$$\text{Waktu Pekerjaan} = \frac{V}{\text{prod dump truck} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{1112,96}{29,392 \times 8}$$

$$= 4,733 \text{ hari} \sim 5 \text{ hari}$$

Jadi waktu 3 unit Dump Truck beroperasi untuk pekerjaan galian badan jalan adalah = 4,912 hari = 5 hari

- Dozer

Perhitungan waktu pekerjaan timbunan

Volume timbunan = 342,92 m³ (asli)

Konversi tanah = asli ke lepas

$$= 342,92 \times 1,18 = 404,646 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang bekerja = 1 unit Dozer

Produksi alat per/jam = 14,37 m³/jam

Jam kerja per/hari = 8 jam

$$\text{Waktu Pekerjaan} = \frac{404,646}{14,37}$$

$$= 28,159 \text{ jam}$$

$$= 28,159 : 8$$

$$= 3,520 \text{ hari} \sim 4 \text{ hari}$$

Jadi waktu 1 unit Dozer untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan tanah di lokasi proyek waktu yang dibutuhkan adalah = 3,520 hari
= 4 hari.

2. Pekerjaan Pondasi

- Bore Machine

Perhitungan waktu Bore machine untuk proses pengeboran pondasi

Volume total pekerjaan = 1827 m³ (asli)

Konversi tanah = asli ke lepas

$$= 1827 \times 1,00 = 1827 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang bekerja = 1 unit bore machine

Produksi alat per/jam = 21,479 m³/jam

Jam kerja per/hari = 8 jam

$$\text{Waktu Pekerjaan} = \frac{2155,86}{21,479 \times 8}$$

$$= 10,632 \text{ hari} \sim 11 \text{ hari}$$

Jadi waktu 1 unit bore machine beroperasi untuk pekerjaan pengeboran pondasi adalah = 10,632 hari = 11 hari

- Mixer Truck

Perhitungan waktu Mixer Truck untuk proses pengecoran pondasi pada proyek

$$\text{Volume pekerjaan total} = 913,40 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi tanah} &= \text{asli ke lepas} \\ &= 913,40 \times 1,00 = 913,40 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Alat yang bekerja} = 3 \text{ unit Mixer Truck}$$

$$\text{Produksi 1 unit alat per/jam} = 3,99 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jam kerja per/hari} = 8 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Pekerjaan} &= \frac{913,40,}{3,99 \times 3 \times 8} \\ &= 9,538 \text{ hari} \sim 10 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi waktu 5 Mixer Truck beroperasi untuk pekerjaan Pengecoran adalah = 9,538 hari = 10 hari

Perbandingan Jumlah waktu yang dibutuhkan Alat Berat dari proyek dan dari hasil analisa metode produktivitas

- **Alat berat yang dipakai di proyek**

No	Alat Berat	Lama Pekerjaan
1	Exavator	5 hari
2	Dump truck	5 hari
3	Bulldozer	5 hari
4	Bore Machine	12 hari
5	Mixer truck	12 hari

Waktu Total Pekerjaan Proyek = 39 hari

- **Alat berat hasil analisa**

No	Alat Berat	Lama Pekerjaan
1	Exavator	5 hari
2	Dump truck	5 hari
3	Bulldozer	4 hari
4	Bore Machine	11hari
5	Mixer truck	10 hari

Waktu Total Analisa = 35 hari

Hasil dari analisa perbandingan waktu total pekerjaan dalam penyelesaian proyek, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa alat berat hasil analisa yang paling efektif untuk digunakan dalam pekerjaan. Dengan total waktu 35 hari lebih efektif 2 hari dari hasil analisa dilapangan.

4.5 Analisa Biaya Sewa Total Tiap Alat Berat

Setelah diketahui jumlah kebutuhan masing-masing alat berat, kemudian diketahui waktu (hari kerja) masing-masing alat berat serta diketahui pula biaya sewa alat per hari dari masing-masing alat berat, maka dapat dihitung biaya total sewa alat berat.

Analisa Biaya Sewa dan biaya operasional alat berat per jam

1. Exavator

Data alat :

Merk dan model alat	= Komatsu PC-200
Kapasitas (HP)	= 105
Harga pokok (B)	= Rp. 682.813.500
Nilai sisa 10% (C)	= Rp. 68.281.250
Umur ekonomis (A)	= 5 tahun
Waktu operasi (W)	= 2000 jam/tahun
Harga bahan bakar (f1)	= Rp. 10.138 /liter
Harga pelumas (f2)	= Rp. 67.004 /liter
Operator (OP1)	= Rp. 10.000 /jam
Helper (OP2)	= Rp. 8.000 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15%

$$\text{Biaya asuransi (F)} = (0,002 \times B)/W = \text{Rp. 683}$$

a. Biaya kepemilikan (E)

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$$

$$= \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^5 - 1}$$

$$= 0,298$$

$$E = \frac{(B-C) \times D + F}{W}$$

$$= \frac{(682.813.500 - 68.281.350) \times 0,298 + 683}{2000}$$

$$= \text{Rp. 91.565,63 / jam}$$

b. Biaya Operasi

1) Biaya bahan bakar (H)

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga bahan bakar}$$

$$= 15 \% \times 143 \times 10.000 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp. 159.673,5 / jam}$$

2) Biaya pelumas (I)

$$I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Pelumas}$$

$$= 3\% \times 143 \times 67.004$$

$$= \text{Rp. 211.062,6 / jam}$$

3) Biaya bengkel (J)

$$\begin{aligned} J &= (6,25\% \text{ s/d } 8,75\%) \times \frac{B}{W} \\ &= 8,75 \% \times \frac{682.813.500}{2000} \\ &= \text{Rp. } 29.873,09 / \text{jam} \end{aligned}$$

4) Biaya perbaikan (K)

$$\begin{aligned} K &= (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times \frac{B}{W} \\ &= 17,5\% \times \frac{682.813.50000}{2000} \\ &= \text{Rp. } 59.746,18 / \text{jam} \end{aligned}$$

Jadi biaya keseluruhan adalah :

$$= E + H + I + J + K + \text{OP1} + \text{OP2}$$

$$= \text{Rp. } 569.921 / \text{jam}$$

2. *Dump Truck* 4 m³

Data alat :

Merk dan model alat = Nissan Diesel TV -22

Kapasitas (HP) = 120

Harga pokok (B) = Rp. 120.176.000

Nilai sisa 10% (C) = Rp. 12.017.600

Umur ekonomis (A) = 6 tahun

Waktu operasi (W) = 2000 jam/tahun

Harga bahan bakar (f1) = Rp. 10.138 /liter

Harga pelumas (f2) = Rp. 67.004 /liter

Operator (OP1) = Rp. 10.000 /jam

Helper (OP2) = Rp. 0 /jam

Suku bunga pinjaman (i) = 15%

Biaya asuransi (F) = (0,002 x B)/W = Rp. 120

c. Biaya kepemilikan (E)

$$\begin{aligned} D &= \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\ &= \frac{0,15 \times (1+0,15)^6}{(1+0,15)^6 - 1} \\ &= 0,264 \end{aligned}$$

$$E = \frac{(B-C) \times D + F}{W}$$

$$= \frac{(120.176.000 - 12.017.600) \times 0,264 + 120}{2000}$$

$$= \text{Rp. } 14.276,97 / \text{jam}$$

d. Biaya Operasi

5) Biaya bahan bakar (H)

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga bahan bakar}$$

$$= 15 \% \times 120 \times 10000$$

$$= \text{Rp. } 182.484 / \text{jam}$$

6) Biaya pelumas (I)

$$I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Pelumas}$$

$$= 3\% \times 120 \times 67.004$$

$$= \text{Rp. } 241.214,4 / \text{jam}$$

7) Biaya bengkel (J)

$$J = (6,25\% \text{ s/d } 8,75\%) \times \frac{B}{W}$$

$$= 8,75 \% \times \frac{120176000}{2000}$$

$$= \text{Rp. } 5.257,7 / \text{jam}$$

8) Biaya perbaikan (K)

$$K = (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times \frac{B}{W}$$

$$= 17,5\% \times \frac{120176000}{2000}$$

$$= \text{Rp. } 10.515,4 / \text{jam}$$

Jadi biaya keseluruhan adalah :

$$= E + H + I + J + K + \text{OP1} + \text{OP2}$$

$$= \text{Rp. } 463.748,47 / \text{jam}$$

3. *Bulldozer/Dozer*

Data alat :

$$\text{Kapabilitas (HP)} = 105$$

$$\text{Harga pokok (B)} = \text{Rp. } 783.437.500$$

$$\text{Nilai sisa 10\% (C)} = \text{Rp. } 78.343.750$$

$$\text{Umur ekonomis (A)} = 6 \text{ tahun}$$

$$\text{Waktu operasi (W)} = 2000 \text{ jam/tahun}$$

$$\text{Harga bahan bakar (f1)} = \text{Rp. } 10.138 / \text{liter}$$

$$\text{Harga pelumas (f2)} = \text{Rp. } 67.004 / \text{liter}$$

$$\text{Operator (OP1)} = \text{Rp. } 10.000 / \text{jam}$$

$$\text{Helper (OP2)} = \text{Rp. } 8.000 / \text{jam}$$

$$\text{Suku bunga pinjaman (i)} = 15\%$$

$$\text{Biaya asuransi (F)} = (0,002 \times B)/W = \text{Rp. 784}$$

e. Biaya kepemilikan (E)

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$$

$$= \frac{0,15 \times (1+0,15)^6}{(1+0,15)^6 - 1}$$

$$= 0,264$$

$$E = \frac{(B-C) \times D + F}{W}$$

$$= \frac{(783.437.500 - 783.437.500) \times 0,264 + 784}{2000}$$

$$= \text{Rp. 93.072,77 / jam}$$

f. Biaya Operasi

9) Biaya bahan bakar (H)

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga bahan bakar}$$

$$= 15 \% \times 105 \times 10000$$

$$= \text{Rp. 159.673,5 / jam}$$

10) Biaya pelumas (I)

$$\begin{aligned} I &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Pelumas} \\ &= 3\% \times 105 \times 67.004 \\ &= \text{Rp. } 211.062,6 / \text{jam} \end{aligned}$$

11) Biaya bengkel (J)

$$\begin{aligned} J &= (6,25\% \text{ s/d } 8,75\%) \times \frac{B}{W} \\ &= 8,75\% \times \frac{783.437.500}{2000} \\ &= \text{Rp. } 34.275.39 / \text{jam} \end{aligned}$$

12) Biaya perbaikan (K)

$$\begin{aligned} K &= (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times \frac{B}{W} \\ &= 17,5\% \times \frac{783.437.500}{2000} \\ &= \text{Rp. } 68.550,78 / \text{jam} \end{aligned}$$

Jadi biaya keseluruhan adalah :

$$\begin{aligned} &= E + H + I + J + K + \text{OP1} + \text{OP2} \\ &= \text{Rp. } 584.635,04 / \text{jam} \end{aligned}$$

4. *Bore Machine*

Merk dan model alat	= Metro Pile
Kapasitas (HP)	= 150
Harga pokok (B)	= Rp. 2.250.000.000
Nilai sisa 10% (C)	= Rp. 22.5000.000
Umur ekonomis (A)	= 5 tahun
Waktu operasi (W)	= 2000 jam/tahun
Harga bahan bakar (f1)	= Rp. 10.138 /liter
Harga pelumas (f2)	= Rp. 67.004 /liter
Operator (OP1)	= Rp. 10.000 /jam
Helper (OP2)	= Rp. 8.000 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15%
Biaya asuransi (F) = (0,002 x B)/W	= Rp. 875

g. Biaya kepemilikan (E)

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$$
$$= \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^5 - 1}$$
$$= 0,298$$

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{(B-C) \times D + F}{W} \\
 &= \frac{(2.250.000.000 - 225.000.000) \times 0,298 + 875}{2000} \\
 &= \text{Rp. } 267.300,1 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

h. Biaya Operasi

13) Biaya bahan bakar (H)

$$\begin{aligned}
 H &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga bahan bakar} \\
 &= 15 \% \times 145 \times 10.138 \\
 &= \text{Rp. } 225.000 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

14) Biaya pelumas (I)

$$\begin{aligned}
 I &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Pelumas} \\
 &= 3\% \times 145 \times 64.009 \\
 &= \text{Rp. } 301.518 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

15) Biaya bengkel (J)

$$\begin{aligned}
 J &= (6,25\% \text{ s/d } 8,75\%) \times \frac{B}{W} \\
 &= 8,75 \% \times \frac{2.250.000.000}{2000} \\
 &= \text{Rp. } 98.437,5 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

16) Biaya perbaikan (K)

$$K = (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times \frac{B}{W}$$

$$= 17,5\% \times \frac{2.250.000.000}{2000}$$

$$= \text{Rp. } 196.875 / \text{jam}$$

Jadi biaya keseluruhan adalah :

$$= E + H + I + J + K + \text{OP1} + \text{OP2}$$

$$= \text{Rp. } 1.107.130,58 / \text{jam}$$

5. *Mixer Truck*

Data alat :

Merk dan model alat = Nissan Diesel CWB 250

Kapasitas (HP) = 100

Harga pokok (B) = Rp. 43.125.000

Nilai sisa 10% (C) = Rp. 4.312.500

Umur ekonomis (A) = 5 tahun

Waktu operasi (W) = 2000 jam/tahun

Harga bahan bakar (f1) = Rp. 10.134 /liter

Harga pelumas (f2) = Rp. 64.009/liter

Operator (OP1) = Rp. 12.000/jam

Helper (OP2) = Rp. 0 /jam

Suku bunga pinjaman (i) = 15%

Biaya asuransi (F) = (0,002 x B)/W = Rp. 431.-

a. Biaya kepemilikan (E)

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\
 &= \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^5 - 1} = 0,298 \\
 E &= \frac{(B-C) \times D + F}{W} \\
 &= \frac{(43.125.000 - 4312500) \times 0,298 + 431}{2000} = \text{Rp. } 5.123,47 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

b. Biaya Operasi

1) Biaya bahan bakar (H)

$$\begin{aligned}
 H &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga bahan bakar} \\
 &= 15 \% \times 125 \times 7000 \\
 &= \text{Rp. } 152.070 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

2) Biaya pelumas (I)

$$\begin{aligned}
 I &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Pelumas} \\
 &= 3 \% \times 125 \times 27.500 \\
 &= \text{Rp. } 201.012 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

3) Biaya bengkel (J)

$$\begin{aligned}
 J &= (6,25\% \text{ s/d } 8,75\%) \times \frac{B}{W} \\
 &= 8,75 \% \times \frac{43.125.000}{2000} \\
 &= \text{Rp. } 1.886,72 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

4) Biaya perbaikan (K)

$$K = (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times \frac{B}{W}$$

$$= 17,5\% \times \frac{43.125.000}{2000} = \text{Rp. } 3.773,44 / \text{jam}$$

Jadi biaya keseluruhan adalah :

$$= E + H + I + J + K + \text{OP1} + \text{OP2}$$

$$= \text{Rp. } 373.865,62. / \text{jam}$$

Perbandingan rekapitulasi total biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan Alat Berat, dari proyek dan dari hasil analisa metode produktivitas

- **Alat berat yang dipakai di proyek**

(Tabel 4.2 Biaya Total Alat Berat di Proyek)

No	Komponen	SAT	Waktu		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Galian					
1	Excavator	1	5	hari	Rp 569.921,00	Rp 17.097.630,00
2	Dump Truck 2 m3	4	5	hari	Rp 175.856,47	Rp 21.102.776,40
					Sub Total	Rp 38.200.406,40
B	Pekerjaan Timbunan					
1	Bulldozer	1	5	hari	Rp 584.635,04	Rp 17.539.051,20
2	Dump Truck 2 m3	4	5	hari	Rp 175.856,47	Rp 21.102.776,40
					Sub Total	Rp 38.641.827,60
C	Pekerjaan Pondasi					
1	Bore machine	1	12	hari	Rp 1.107.130,58	Rp 79.713.401,76
2	Truck mixer	5	12	hari	Rp 373.865,62	Rp 134.591.623,20
					Sub Total	Rp 214.305.024,96
Total Biaya Alat Berat						Rp 291.147.258,96

- **Alat berat hasil analisa**

(Tabel 4.3 Biaya Total Alat Berat yang di analisa)

No	Komponen	SAT	Waktu		Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Galian					
1	Excavator	1	5	hari	Rp 569.921,00	Rp 17.097.630,00
2	Dump Truck 4 m3	2	5	hari	Rp 463.748,47	Rp 27.824.908,20
					Sub Total	Rp 44.922.538,20
B	Pekerjaan Timbunan					
1	Bulldozer	1	4	hari	Rp 584.635,04	Rp 14.031.240,96
2	Dump Truck 4 m3	2	5	hari	Rp 463.748,47	Rp 27.824.908,20
					Sub Total	Rp 41.856.149,16
C	Pekerjaan Pondasi					
1	Bore machine	1	11	hari	Rp 1.107.130,58	Rp 73.070.618,28
2	Truck mixer	3	10	hari	Rp 373.865,62	Rp 67.295.811,60
					Sub Total	Rp 140.366.429,88
Total Biaya Alat Berat						Rp 227.145.117,24

Dari perhitungan tabel diatas diketahui biaya total dari proyek sebesar Rp. 291.147.258,96. sedangkan hasil analisa perhitungan dengan metode produktifitas didapat biaya sebesar Rp. 227.145.117,dengan pertimbangan selisih biaya tersebut. Maka hasil analisa mempunyai biaya yang paling ekonomis dan lebih efektif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas masing-masing alat berat untuk pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang adalah sebagai berikut :

- **Exavator** = 27,847 m³/jam
- **Bulldozer** = 14,373 m³/jam
- **Dump Truck** = 14,696 m³/jam
- **Bore Machine** = 21,179 m³/jam
- **Mixer Truck** = 3,99 m³/jam

2. Dari hasil analisa maka dapat disimpulkan bahwa waktu total dari pekerjaan tanah dan pondasi pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang adalah sebagai berikut :

- **Exavator** = 5 hari = 1 unit
- **Bulldozer** = 4 hari = 1 unit
- **Dump Truck** = 5 hari = 2 unit

- **Bore Machine = 11 hari = 1 unti**
- **Mixer Truck = 10 hari = 3 unit**

Jadi analisa waktu total alat berat yang ddiperlukan untuk pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi yakni selama 35 hari

3. Biaya total yang dibutuhkan masing-masing alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset Biosains Universitas Brawijaya Malang adalah sebagai berikut :

• Exavator	= Rp. 17.097.630,00
• Dump truck	= Rp. 27.824.908,20
• Bulldozer	= Rp. 14.031.240,96
• Bore Machine	= Rp. 73.070.618,28
• Mixer truck	= Rp. 67.295.811,60
Total Biaya	= Rp. 227.145.117,24

Jadi biaya total alat berat yang dianalisa pada pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi sebesar **Rp. 227.145.117,24,- (Dua ratus dua puluh tuju juta seratus empat puluh lima ribu seratus tuju belas rupiah)**

5.2 Saran

Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan, maka penulis memberi saran-saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan analisa pemilihan peralatan ini, sebaiknya terlebih dahulu mencari informasi yang sebanyak-banyaknya tentang alat berat ditempat penyewaan alat berat yang tersedia, mulai jenis, tipe, harga, sewa, kondisi agar diperoleh hasil yang efektif dan logis baik dari segi waktu dan biaya
2. Operator yang berpengalaman dalam mengendalikan alat berat jika perlu ada sertifikasinya
3. Dalam melakukan analisa waktu pelaksanaan, akan lebih baik dengan memakai satuan per-jam tapi bukan per-hari, hal ini dapat lebih memperjelas jadwal pelaksanaan pekerjaan, artinya walaupun penggunaan alat berat memiliki akhir hari yang sama, akan terlihat memiliki jam yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Retno, Dedi Purnomo. 2013. *Analisa Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Wilayah III Kecamatan Perhentian Raja dan Kampar Kiri Hilir Kabupaten Kampar*. <http://rat.uir.ac.id/index.php/JS/article/view/214,4> November 2015
- Rezky, Novri Husnita. 2013. *Analisa Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Proyek Perkerasan Jalan Kebun Durian-Gunung Sahilan-Gunung Sari Kabupaten Kampar*. <http://rat.uir.ac.id/index.php/JS/article/view/217>. 4 November 2015
- Setiawati, Novi Dewi. 2013. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone Iv Di Cilegon*. <https://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/266,4> November 2015
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: GUNADARMA.
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode konstruksi dan Alat Berat*, Jakarta : Universitas Indonesia